

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ БЕЛКОВ

«Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней средой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и сама жизнь, что приводит к разложению белка»

Ф. Энгельс

«Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот»

В.М. Волькенштейн

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Белки играют фундаментальную роль в формировании и поддержании структуры и функций живых организмов.
- Это высокомолекулярные азотсодержащие вещества, состоящие из аминокислот, связанных между собой пептидными связями.
- Белки иначе называют протеинами (от греч. proteos – первостепенный);

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Белки составляют значительную часть тканей живого организма: до 25% сырой и до 50% сухой массы;
- Они содержат 50-59% углерода; 6,5-7,3% водорода;
- 15-18% азота; 21-24% кислорода; до 2,5% серы.
- В составе некоторых белков есть фосфор, железо, цинк, медь и др. микроэлементы.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

○ Считают, что в составе организма взрослого человека:

- - примерно 2% - углеводы;
- - минеральные вещества - 4,9%;
- - БЕЛКИ - 19,6%;
- - жиры - 14,7%;
- - вода - 58,8%.

Суточная норма потребления белка 1,2-1,6 г/кг веса, т.е. 60-120гр. – в зависимости от возраста, пола, характера труда (в т.ч. Белка животного происхождения – 55%).

- В организме человека около 10 000 разных белков

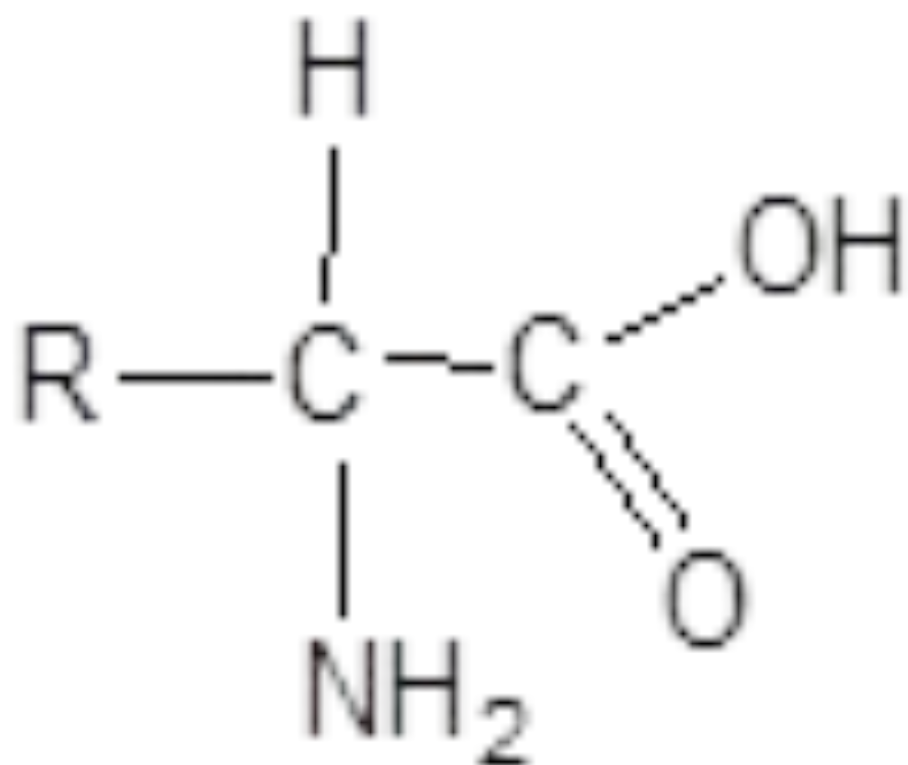
СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Белки – это полимеры.
- Роль мономеров – кирпичиков, из которых состоят белки – выполняют аминокислоты;
- Аминокислоты в составе белков соединены в генетически детерминированной последовательности, которая и определяет как структуру, так и функции данных макромолекул.
- Таким образом, белки являются тем инструментом, при помощи которого геном управляет всеми реакциями клеточного метаболизма.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Большинство аминокислот, участвующих в биохимических превращениях, являются карбоновыми кислотами, содержащими карбоксильную и аминную группы, которые находятся у одного и того же углеродного атома.
- В организме человека найдено 70 аминокислот.
- **Двадцать из них входят в состав белков. Это так называемые протеиногенные аминокислоты.**

ОБЩАЯ ФОРМУЛА А-АМИНОКИСЛОТ

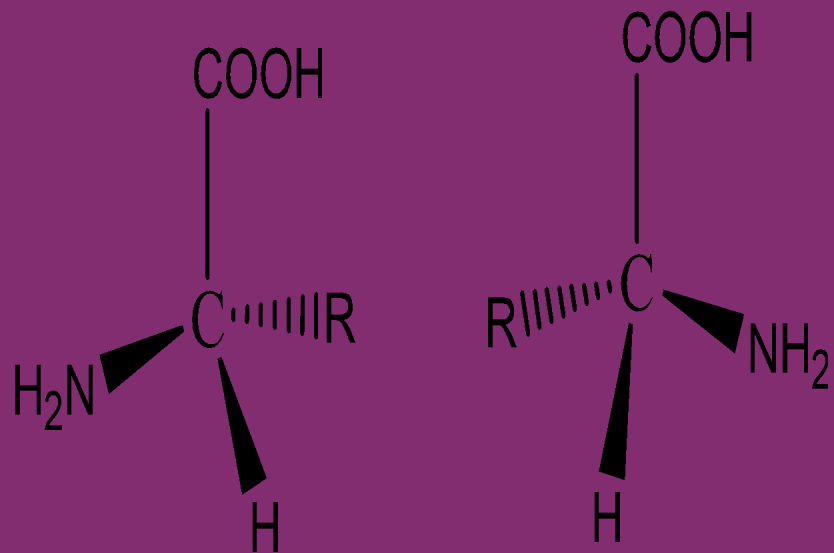


- Неизменным для всех аминокислот является т.н. аминокислотный блок.
- Аминокислоты отличаются друг от друга **структурой боковых групп**, которые в формуле обозначены - **R**;
- Эти группы (радикалы) имеют различную химическую структуру, а следовательно, придают аминокислотам разные физико-химические свойства.

- Для аминокислот, прежде всего, характерна **изомерия положения аминогруппы**.
- В биологии и химии широко распространены названия аминокислот, в которых взаимное расположение аминогруппы по отношению к карбоксильной группе обозначается греческими буквами.
- Так, если аминогруппа и карбоксил находятся у одного и того же атома углерода, то такая аминокислота называется **α -аминокислотой**.
- В **β -аминокислотах** функциональные группа разделены двумя атомами углерода, в γ - - тремя и т.д.

- ⦿ **Белки нашего организма образованы только из α-аминокислот;**
- ⦿ Но в организме встречаются и другие аминокислоты.
- ⦿ Например γ-аминомасляная кислота (ГАМК):
- ⦿ $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- ⦿ ГАМК играет важную роль в механизме передачи нервного импульса.

- α -Аминокислоты характеризуются наличием оптической активности, т. е. они могут вращать плоскость поляризованного света вправо или влево.
- Все α -аминокислоты образуют **оптические изомеры** (или - зеркальные, т. е. которые нельзя совместить).
- Оптические изомеры принято обозначать латинскими буквами. **L-** (от лат. *laevus* - левый) и **D-** (от лат. *dexter* - правый).
- Считают, что кислота относится к **L-ряду**, если аминогруппа расположена **слева**.
- Все природные аминокислоты, входящие в состав белков, относятся к L-ряду.



ОПТИЧЕСКИЕ ИЗОМЕРЫ А-АМИНОКИСЛОТ

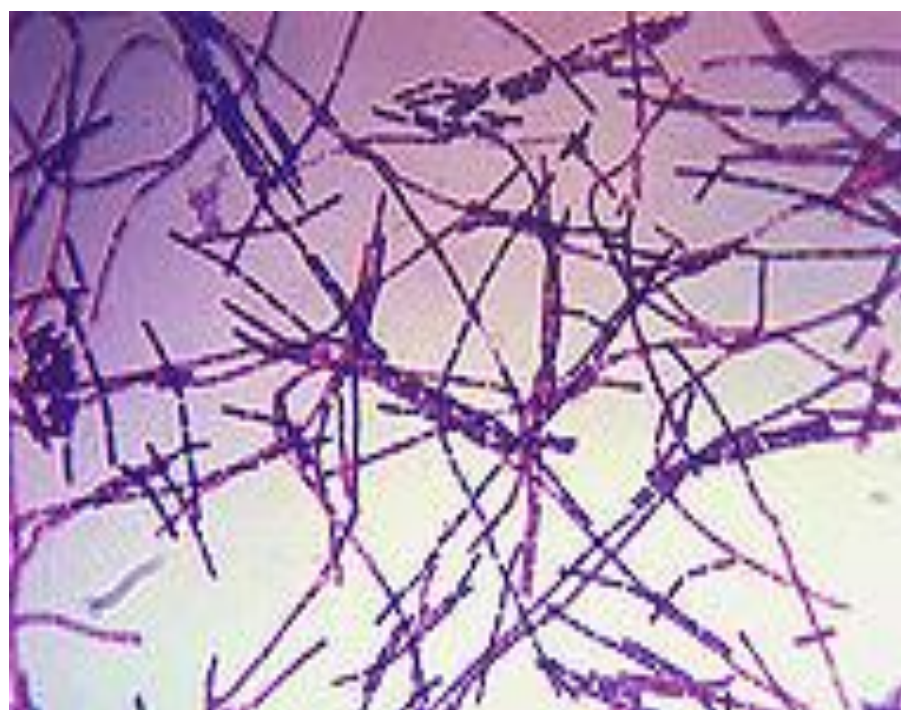
L-аминокислота
D-аминокислота

- Вся белковая жизнь на земле – «левая».
- **D-аминокислоты** встречаются в природе крайне редко.
- Они присутствуют в оболочке **бактерии-возбудителя сибирской язвы**.
- Именно поэтому оболочка бактерии не разрушается ферментами, разрывающими белковые цепи L-аминокислот и сибиреязвенная палочка чрезвычайно устойчива во внешней среде.

Сибиреязвенная бактерия вне организма при доступе кислорода воздуха образует споры, вследствие чего обладает большой устойчивостью:

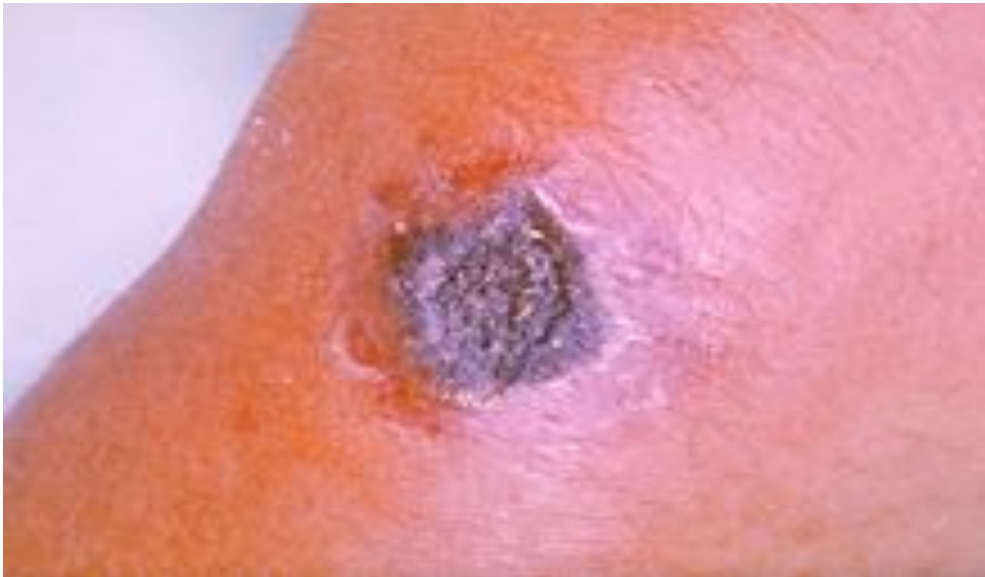
- ⦿ - споры бактерий на пастбище, заражённом испражнениями и мочой больных животных, могут сохраняться долгие годы.
- ⦿ - гибнут при кипячении - через 40 минут
- ⦿ - сухой жар при температуре 140 °С убивает споры через 2,5–3 ч.
- ⦿ - прямые солнечные лучи выдерживают в течение 10–15 суток.

МИКРОФОТОГРАФИЯ БАЦИЛЛ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ



КОЖНАЯ ФОРМА СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ

- встречается в 98–99 % всех случаев сибирской язвы. Хорошо лечится антибиотиками.



○

- При отсутствии соответствующего лечения кожной формы летальность составляет 10–20 %.
- При лёгочной форме заболевания в зависимости от штамма возбудителя летальность даже при соответствующем лечении может превышать 90–95 %;
- Кишечная форма – летальность около 50 %.
- Сибиреязвенный менингит – 90 %.

ПИСЬМО НА
ИМЯ АМЕРИКАНСКОГО СЕНАТОРА ТОМА ДЭШЛА,
СОДЕРЖАВШЕЕ СПОРЫ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ,
ОКТЯБРЬ 2001 ГОДА



СИБИРСКАЯ ЯЗВА НА ЯМАЛЕ

- Олени не смогли рассказать, что они уже заболели.
Почти через 75 лет давно забытая болезнь снова показала свое коварство:
на Ямале от сибирской язвы: погибло более 2300 животных, в Ямальском районе введен карантин (2.08.2016).
Со стоянки оленеводов эвакуированы более 160 человек, в том числе свыше 90 детей. В понедельник власти ЯНАО заявили, что диагноз "сибирская язва" предварительно подтвердился у 8 человек, в том числе у троих детей. Один ребенок скончался.

СИБИРСКАЯ ЯЗВА НА ЯМАЛЕ

- Вспышка этой болезни произошла из-за необычно жаркого для этих краев лета (в течение месяца на Ямале держалась аномальная жара - до 35 градусов)
В связи с чем оттаяли скотомогильники, где во время последней вспышки сибирской чумы были закопаны останки погибших от болезни животных. Лед тает, обнажаются трупы животных, олени, которые бродят по тундре, наткнулись на них и заразились

- Из Салехардской окружной клинической больницы выписаны 22 тундровика (в том числе 16 детей), госпитализированные из очага сибирской язвы в Ямальском районе.
- Лечение антибиотиками получают 706 человек, из них 139 детей. Провакцинировано 1087 человек, из них 74 подростка старше 14 лет.
- Всего в арктическом регионе от "проснувшейся" сибирской язвы погибли 2,3 тысячи оленей, из очага распространения заболевания были госпитализированы 96 кочевников. 1 августа от кишечной формы болезни скончался 12-летний мальчик. 5 августа из стационара выписали первых госпитализированных для профилактического лечения тундровиков.
- По данным на 8 августа, привито порядка 90 тысяч оленей. Вакцинация животных продолжается. Случаев падежа нет. Специалисты Минобороны ликвидировали около 1300 павших животных

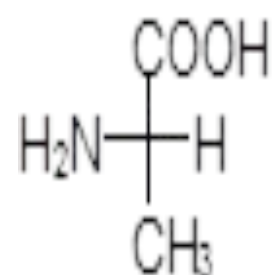




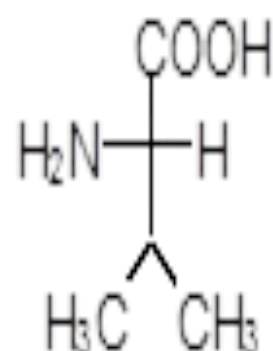
КЛАССИФИКАЦИЯ А-АМИНОКИСЛОТ

- I. В зависимости от строения бокового радикала аминокислоты подразделяют на:
- 1) **неполярные (гидрофобные)**, содержат неполярный гидрофобный радикал (линейную или разветвленную углеводородную цепочку или ароматическое кольцо);
- 2) **полярные (гидрофильные) незаряженные**, содержат полярный гидрофильный радикал (полярные группы: $-\text{OH}$; $-\text{NH}_2$; $-\text{SH}$);
- 3) **полярные заряженные**, содержат заряженный боковой радикал (заряженные группы : $-\text{NH}_3^+$ и $-\text{COO}^-$).

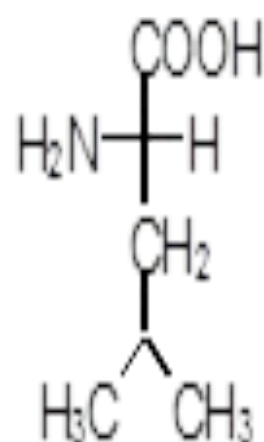
НЕПОЛЯРНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



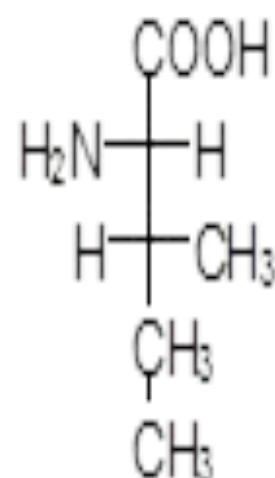
L-Аланин
Ala



L-Валин
Val

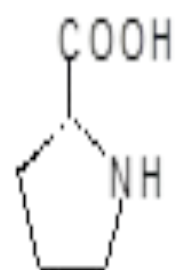


L-Лейцин
Leu

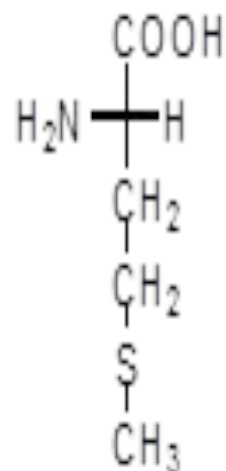


L-Изолейцин
Ile

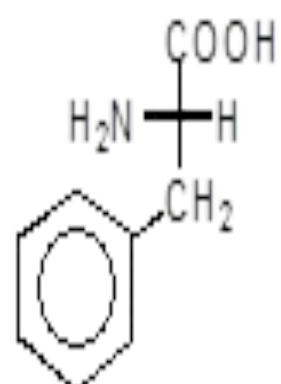
НЕПОЛЯРНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



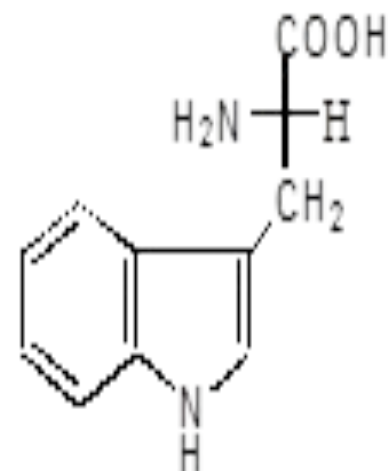
L-Пролин
Pro



L-Метионин
Met

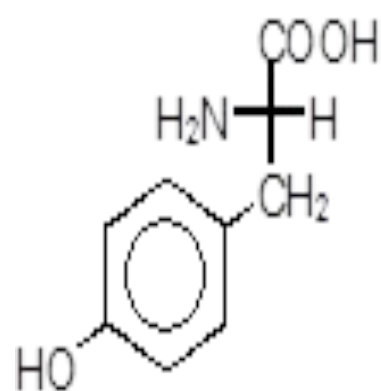


L-Фенилаланин
Phe

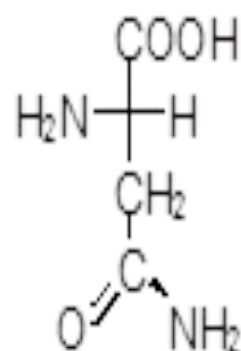


L-Триптофан
Trp

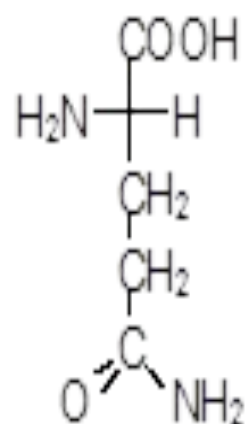
ПОЛЯРНЫЕ НЕЗАРЯЖЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



L-Тирозин
Tyr

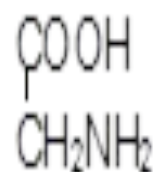


L-Аспарагин
Asn

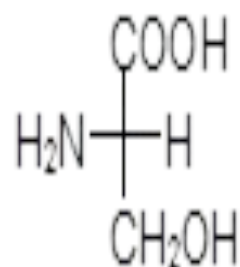


L-Глутамин
Gln

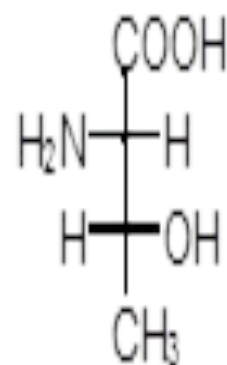
ПОЛЯРНЫЕ НЕЗАРЯЖЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



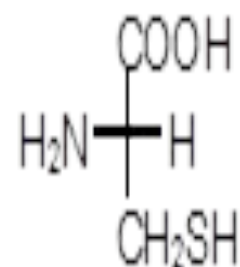
Глицин
Gly



L-Серин
Ser

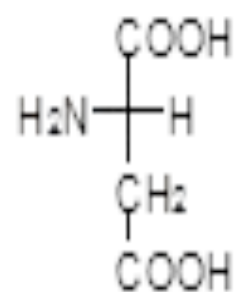


L-Треонин
Thr



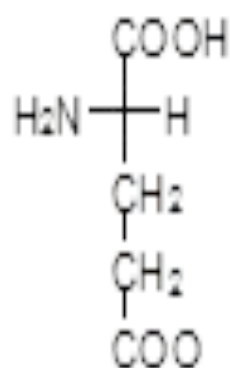
L-Цистеин
Cys

ЗАРЯЖЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



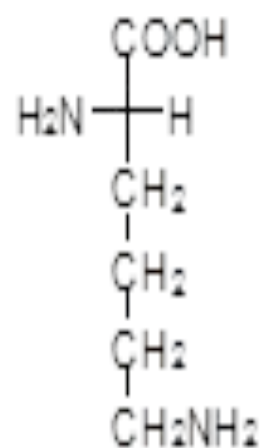
L-Аспарагиновая
кислота

Asp



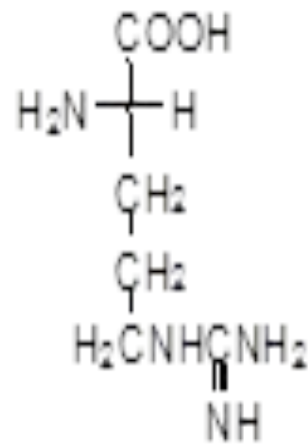
L-Глутаминовая
кислота

Glu



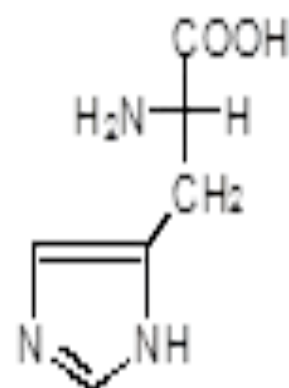
L-Лизин

Lys



L-Аргинин

Arg



L-Гистидин

His

КЛАССИФИКАЦИЯ А-АМИНОКИСЛОТ

- **II. По биологическому значению**
Аминокислоты подразделяются на:
- 1) **незаменимые** - их 8:
 - **валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, лизин;**
- 2) **частично заменимые** - их 2:
 - аргинин и гистидин;
- 3) **заменимые** - их 10:
 - аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистеин.

- Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме человека, но необходимы для нормальной жизнедеятельности. Они должны поступать в организм с пищей. При их недостатке задерживается рост и развитие организма.
- Заменимые аминокислоты синтезируются в организме человека.
- Частично заменимые аминокислоты синтезируются, но в незначительных количествах.

МНЕМОНИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО

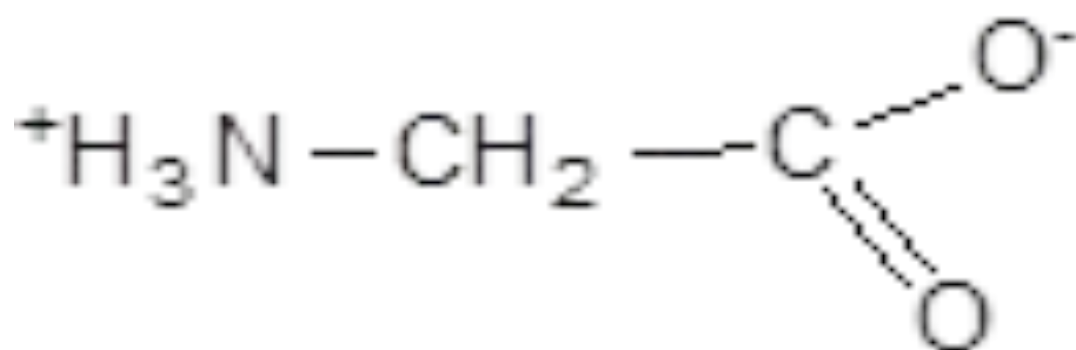
- **Лиза Метнула Фен в Трибуну,
Трезвый Лейтенант Валялся
в Изоляторе
с Аргентинским Гитаристом**
(лизин, метионин, фенилаланин,
триптофан, треонин, лейцин, валин,
изолейцин, аргинин, гистидин).

- Некоторые природные аминокислоты не участвуют в построении белков но очень важны для жизнедеятельности организма;
- Это **ГАМК** – нужна для передачи нервного импульса;
- **Тироксин** - является основным гормоном щитовидной железы; образуется при йодировании аминокислоты - тирозина.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМИНОКИСЛОТ

- В молекуле аминокислоты одновременно присутствуют **две функциональные группы** противоположного химического характера:
 - **основная $-\text{NH}_2$ - аминогруппа;**
 - **кислотная $-\text{COOH}$ - карбоксильная группа.**
- Эти группы способны к взаимодействию друг с другом, т. е. способны к внутримолекулярной нейтрализации.
- В связи с этим аминокислоты правильнее представлять в виде так называемых внутренних солей.

А-АМИНОКИСЛОТА В ФОРМЕ ВНУТРЕННЕЙ СОЛИ



- Эта особенность определяет **физические и химические свойства** аминокислот.
- Аминокислоты – твердые, кристаллические вещества, растворимые в воде и мало растворимые в органических растворителях;
- Некоторые аминокислоты обладают сладким вкусом.

- Так как аминокислоты имеют в своем составе как **кислотную**, так и **основную** группы, они способны реагировать и с **кислотами**, и с **основаниями** (*являются **амфотерными** органическими соединениями*);
- Могут участвовать в реакциях:
- реакции **окисления-восстановления** - по **-SH-** и **-S-S-** группам;
- реакции **алкилирования** (взаимодействия с гидроксильными группами спиртов) и **ацилирования** по **NH₂-**, **ОН-** и **СООН-** группам;
- реакция **фосфорилирования** - по **ОН-** группам

ПЕПТИДЫ

- Соединения из нескольких аминокислот называют пептидами;
- А связь между ними - пептидной.
- Она возникает под воздействием определенных ферментов;
- Пептидная связь возникает в результате взаимодействия:

α -аминогруппы ($-\text{NH}_2$) одной аминокислоты с α -карбоксильной группой ($-\text{COOH}$) другой.

СХЕМА ПЕПТИДНОЙ СВЯЗИ

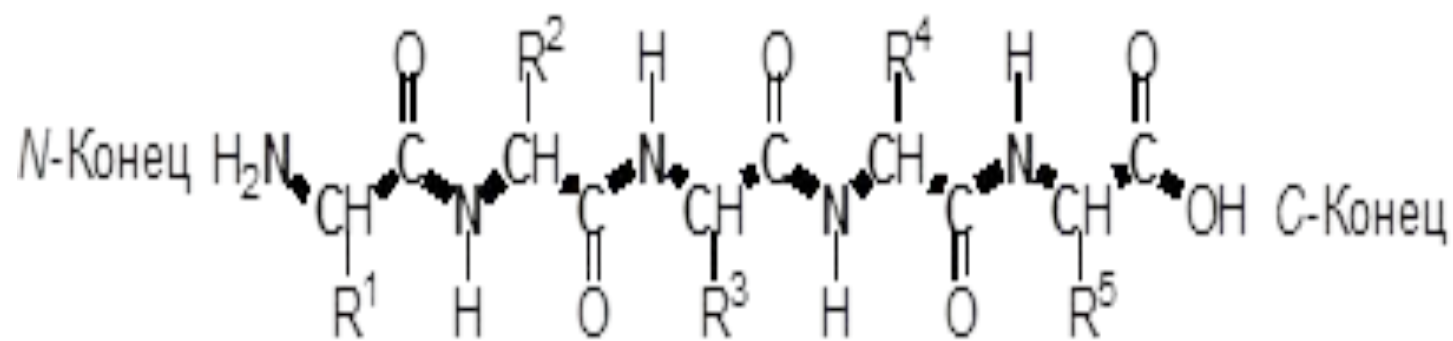


- В зависимости от количества аминокислот, связанных между собой выделяют ди-, три-, тетра-, пента- или полипептиды - они содержат от 6-10 до нескольких десятков аминокислот;
- В состав многих белков входит 300-500 аминокислотных остатков, есть и более крупные белки (с молекулярной массой от 5000 до многих миллионов);
- Различия белков определяются:
 - - **числом аминокислотных остатков;**
 - - **их составом;**
 - - **последовательностью их чередования в полипептидной цепи.**

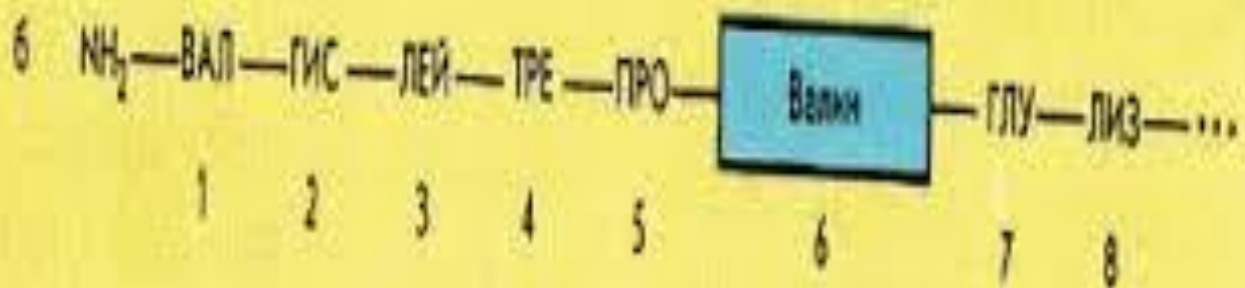
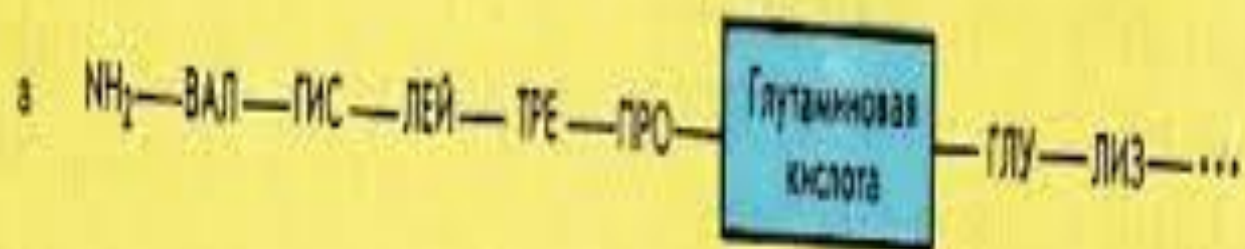
УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

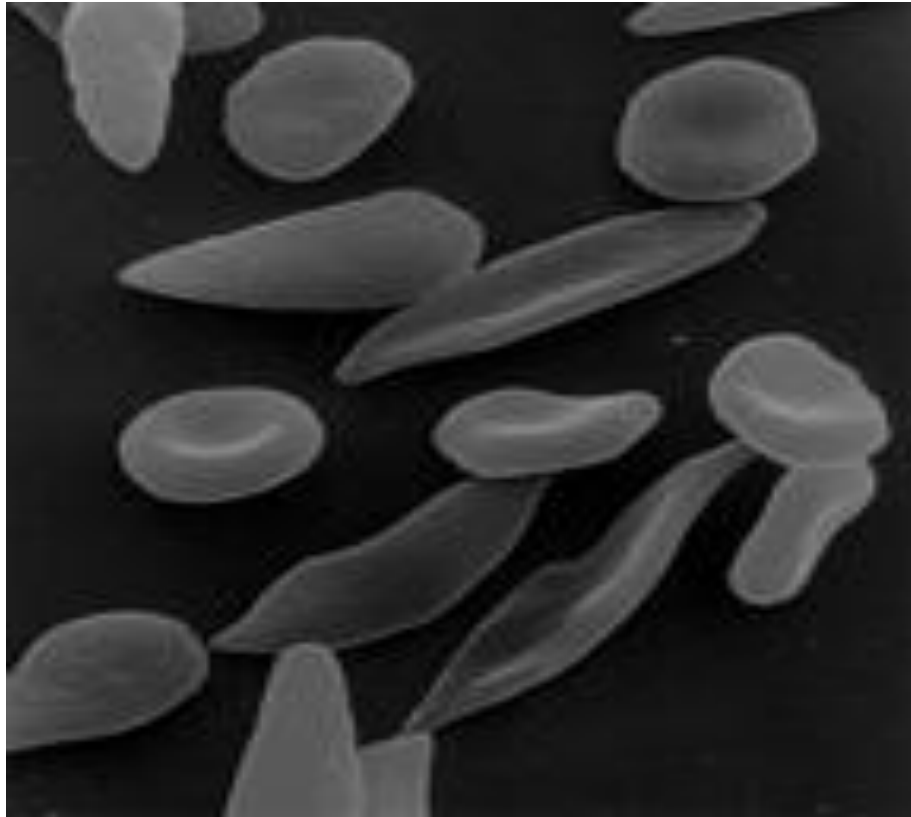
- Выделяют 4 уровня организации белковых молекул:
- **1. Первичная структура** - это порядок чередования аминокислотных остатков в полипептидной цепи (или нить из аминокислот, связанных пептидными связями);
- Первичная структура каждого белка уникальна и детерминирована генами;
- На сегодня расшифрована первичная структура более тысячи белков, в т.ч. организма человека.

ПЕНТАПЕПТИД (ПЕПТИД ИЗ ПЯТИ
АМИНОКИСЛОТНЫХ ОСТАТКОВ). R^1 , R^2 И Т.Д.
— БОКОВЫЕ РАДИКАЛЫ АМИНОКИСЛОТ

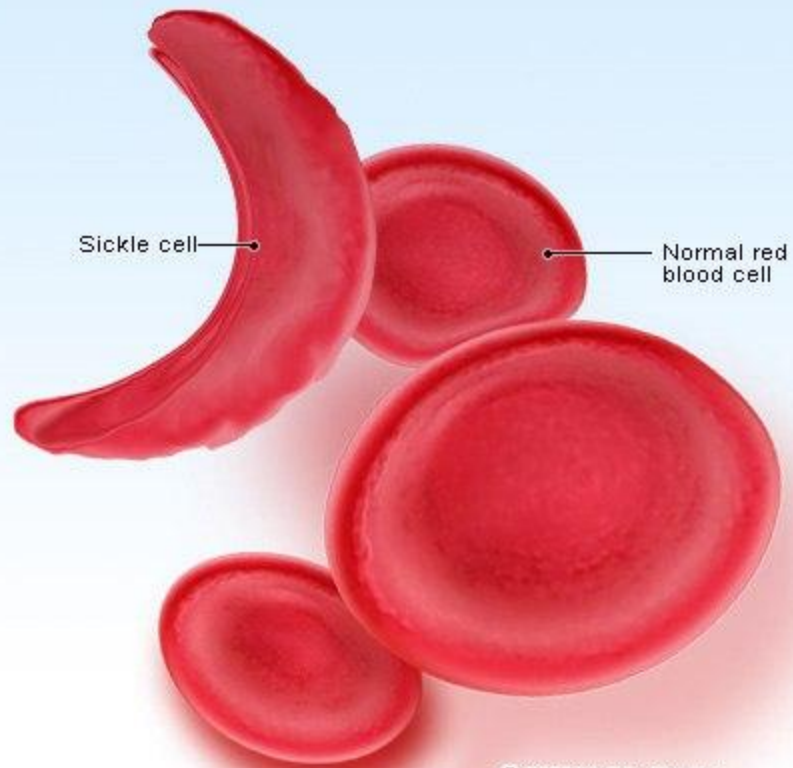


- Первичная структура определяет свойства белка.
- Замена только одной аминокислоты в цепи достаточно для негативных последствий:
 - у ГЕМОГЛОБИНА замена в одном положении глутаминовой кислоты на валин приводит к невозможности переносить кислород – развивается **СЕРПОВИДНОКЛЕТОЧНАЯ АНЕМИЯ.**

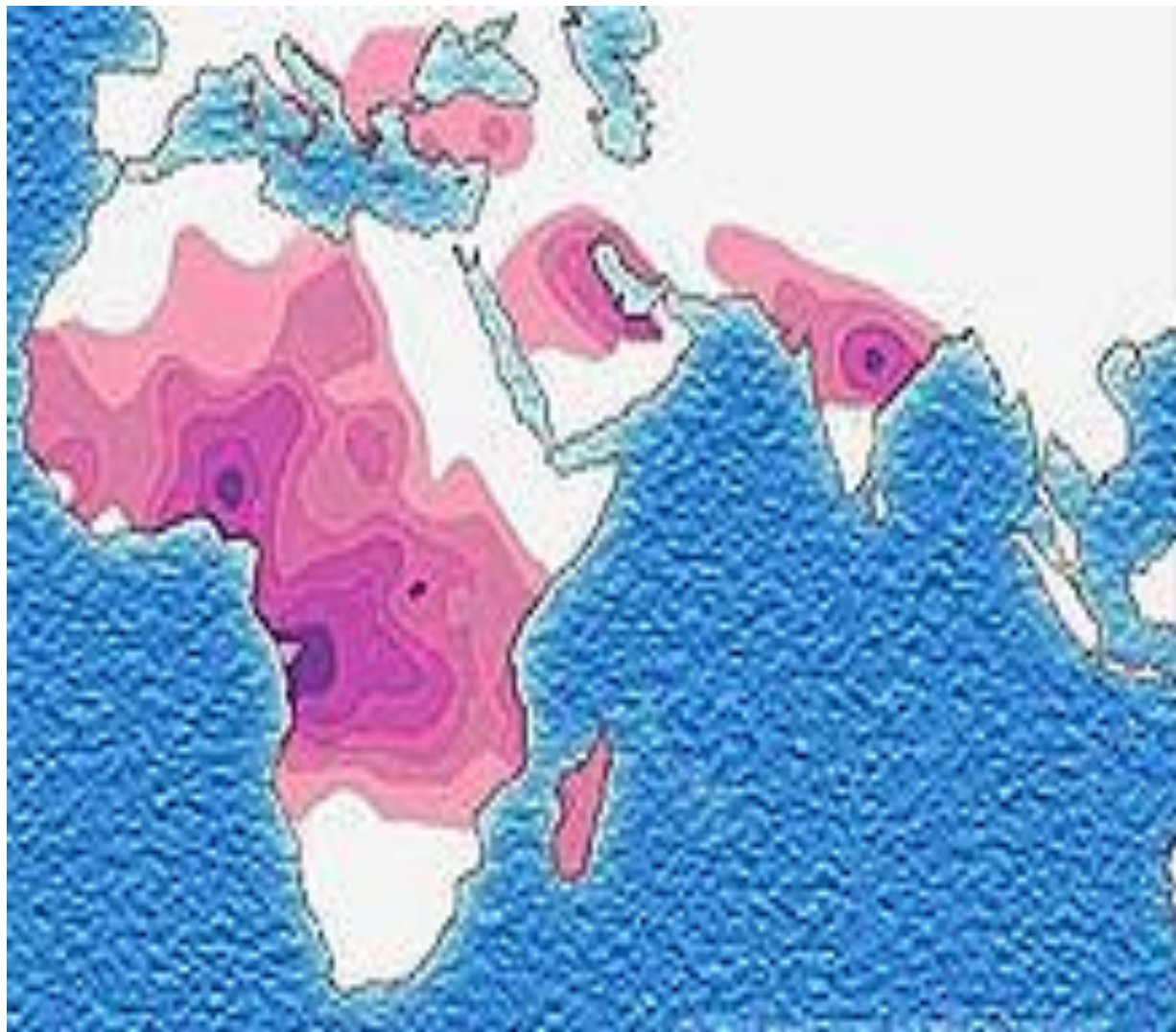




Red Blood Cells



© 2008 MedicineNet, Inc.



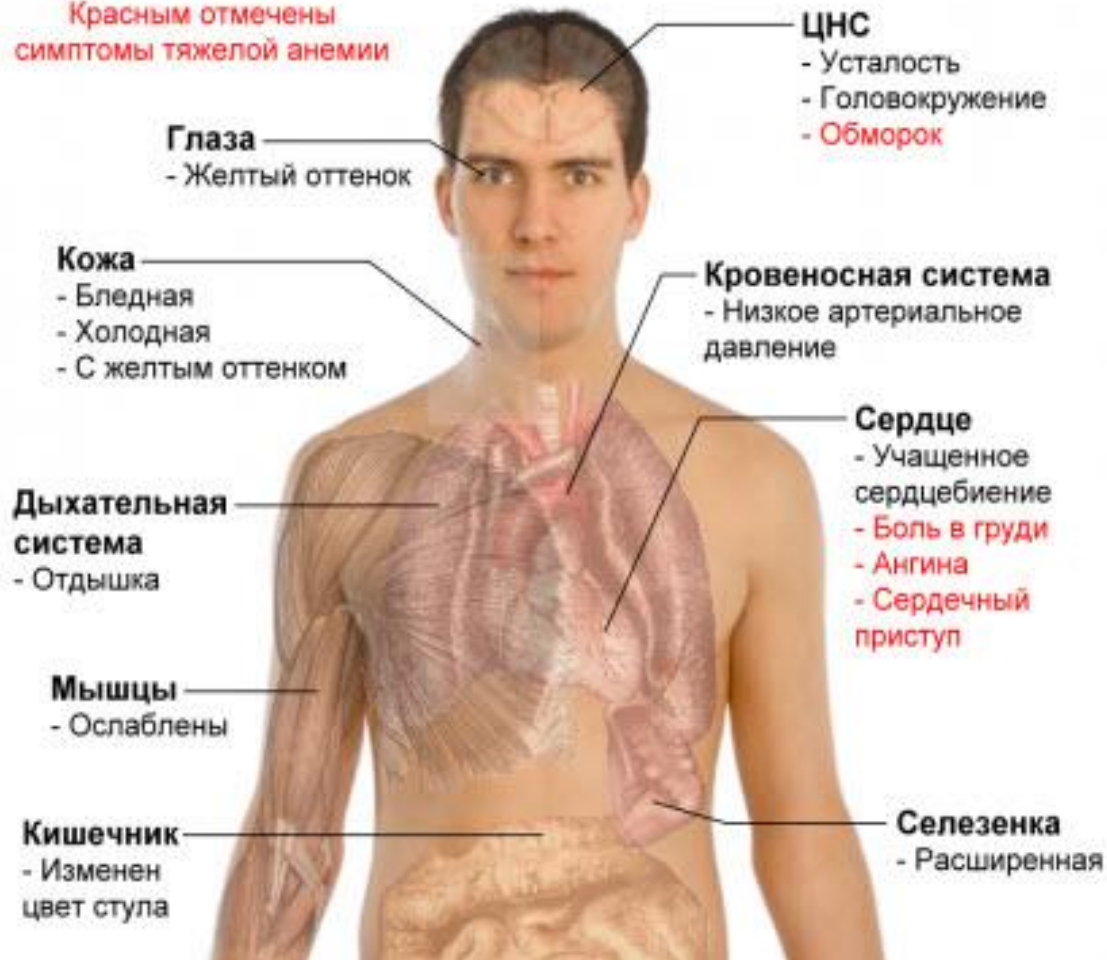
Распространение аллеля серповидноклеточной анемии (более тёмная окраска - большая частота встречаемости, наибольшая частота - около 15%)

ПРИЗНАКИ БОЛЕЗНИ

- Из-за хрупкости красных клеток крови всегда наблюдается анемия, которая делает больного менее выносливым и может вызвать желтуху (связанную с чрезмерным распадом гемоглобина).
- В периоды гемолитических кризисов отмечается резкое падение уровня гемоглобина, которое сопровождается высокой температурой и черным цветом мочи. У больных серповидной анемией меняется и внешний вид: отмечается высокий рост, худоба, удлиненность туловища, искривление позвоночника, башенный череп и измененные зубы.

Симптомы анемии

Красным отмечены
симптомы тяжелой анемии



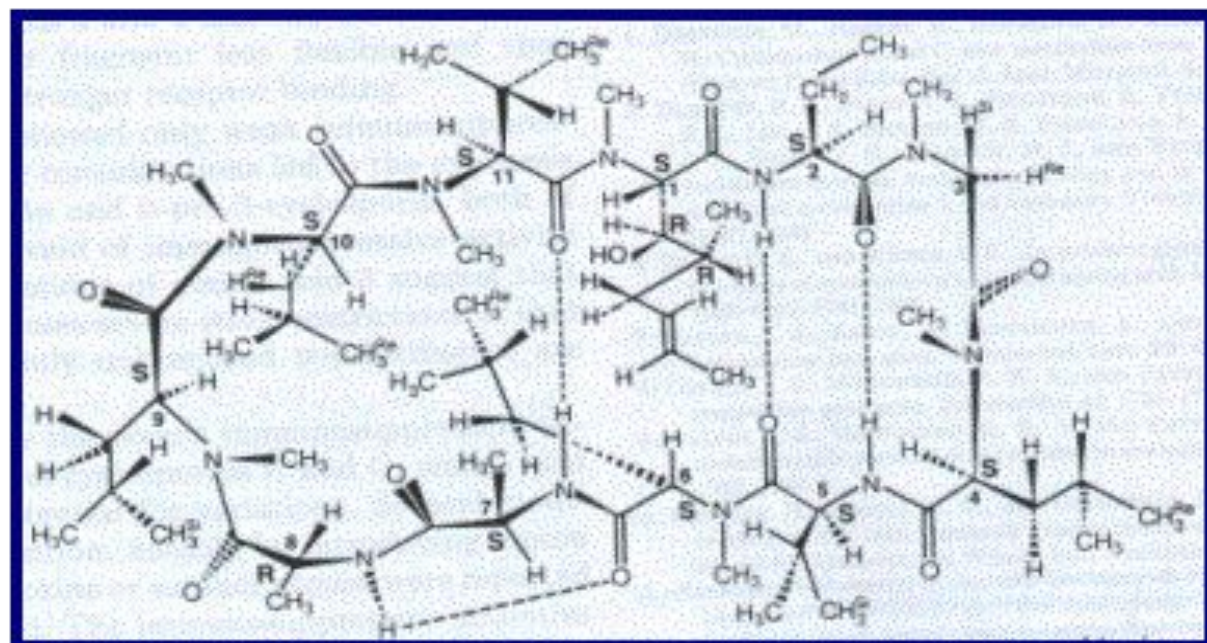
УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Пептидная цепь имеет одно *направление* и два разных конца **N-конец**, несущий свободную аминогруппу первой аминокислоты, и **C-конец**, несущий свободную карбоксильную группу последней аминокислоты.
- В пептидах аминокислотные остатки связаны в цепочку последовательно.
- Цепочку амидных групп и α -углеродных атомов называют **пептидным остовом** молекулы.

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Есть пептиды небелковой природы.
- В настоящее время из природных источников выделено более сотни индивидуальных пептидов, детально изучено их строение, свойства и биологическая активность.
- Пример: глутатион - один из наиболее широко распространённых внутриклеточных пептидов, принимающий участие в переносе аминокислот через мембрану, в окислительно-восстановительных и других процессах в клетке.
- Некоторые природные пептиды-антибиотики (синтезируются микроорганизмами). Они имеют циклическое строение: грамицидин S, циклоспорин А.

ЦИКЛОСПОРИН А - ПЕПТИД-АНТИБИОТИК



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Роль пептидов в процессе жизнедеятельности организмов **многообразна:**
- - они служат гормонами: инсулин, глюкагон, гормон роста и др.;
- - некоторые являются сильнейшими ядами (яды змей, пауков, насекомых, грибов);
- - антибиотиками;
- - регуляторами психической деятельности.
- **Значительное число природных пептидов удалось синтезировать. Искусственным путём получены сотни аналогов природных пептидов с более сильным биологическим действием.**

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

○ **Вторичная структура** (организации белковых молекул) - это способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру:

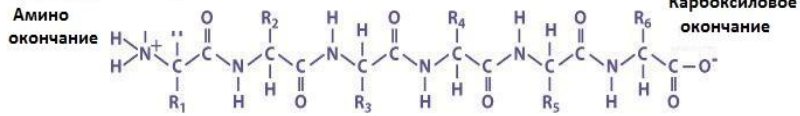
- - а – спираль (с симметричными витками);
- - б – складчатый слой;

Вторичная структура белка определяется первичной - т.е. какие аминокислотные остатки в ней находятся.

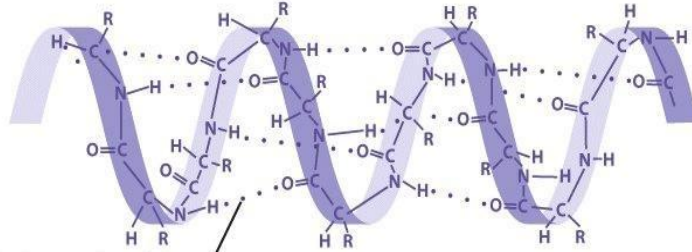
Есть белки, где есть одновременно обе структуры.

(a) ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА

idoktor.info

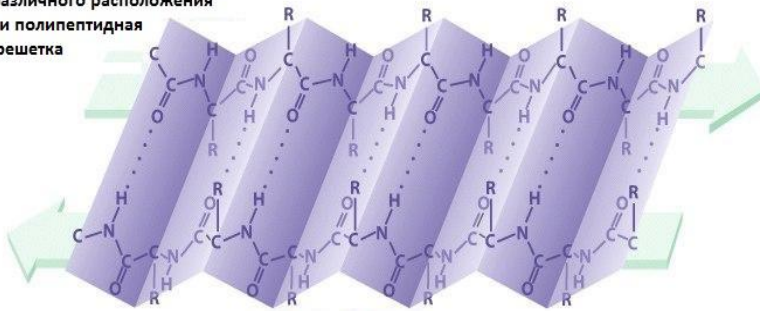


(b) ВТОРИЧНАЯ СТРУКТУРА



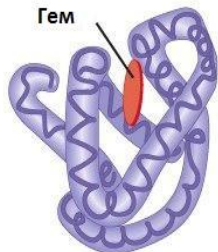
α спираль

Водородные связи между аминокислотами различного расположения и полипептидная решетка



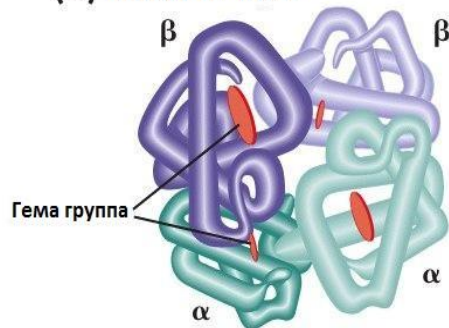
Белковая решетка

(c) ТРЕТИЧНАЯ



β полипептид

(d) ЧЕТВЕРТИЧНАЯ

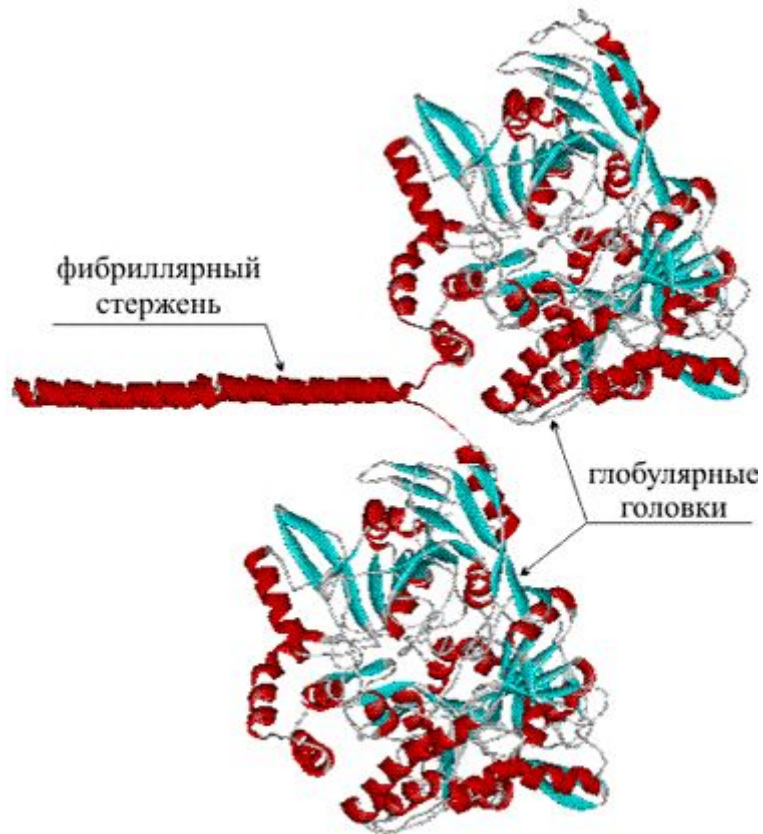


4 уровня в структуре белка

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

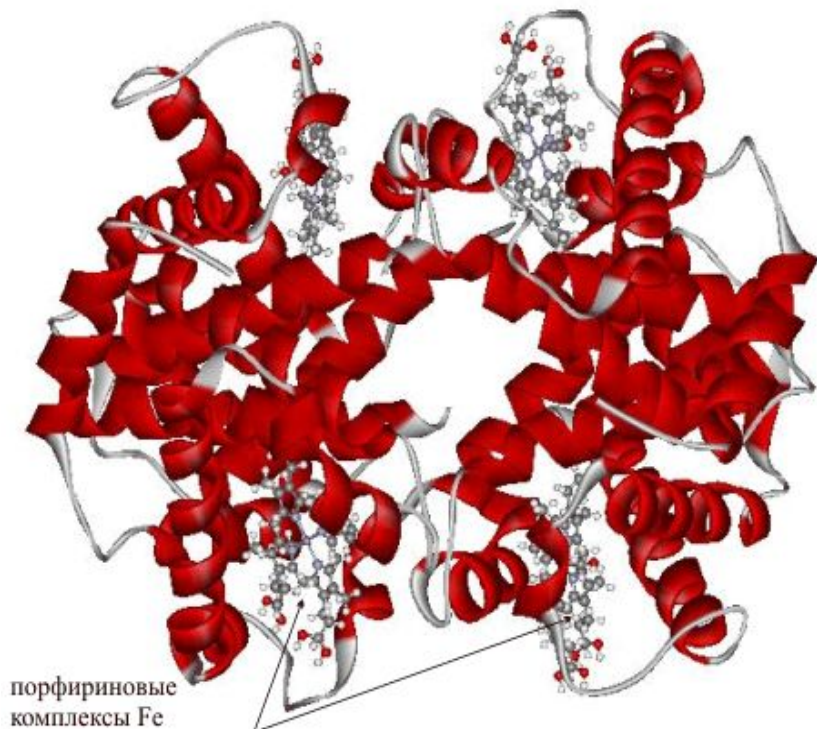
- Третичная структура - спираль, которая далее свертывается, образуя:
 - ? - клубок – глобулу;
 - ? - пучок нитей – фибриллу;Они специфичны для каждого белка.

Молекула миозина
Состоит из двух переплетённых
α-спиралей (фибриллярная часть), которые
соединены с двумя глобулами.



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

Четвертичная структура – состоит из нескольких глобул: у гемоглобина 4 глобулы.



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Четвертичная структура - способ укладки в пространстве отдельных полипептидных цепей, обладающих одинаковой или разной третичной структурой.
- Каждая отдельно взятая полипептидная цепь, получившая название *протомера* или *субъединицы*, чаще всего не обладает биологической активностью.
- Биологическая активность белка проявляется только при наличии третичной или четвертичной структуры.

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- I. По сложности строения белки делят на **простые и сложные**:
 - - простые (однокомпонентные) белки состоят только из белковой части и распадаются на аминокислоты;
 - - сложные (двухкомпонентные): в их состав входит протеин и добавочная группа небелковой природы – простетическая группа.

В ее качестве могут выступить липиды - обр-ся липопротеиды; углеводы - гликопротеиды; нуклеиновые кислоты - нуклеопротеиды; ионы металла - металлопротеиды (белок ферритин в селезенке содержит 20% железа).

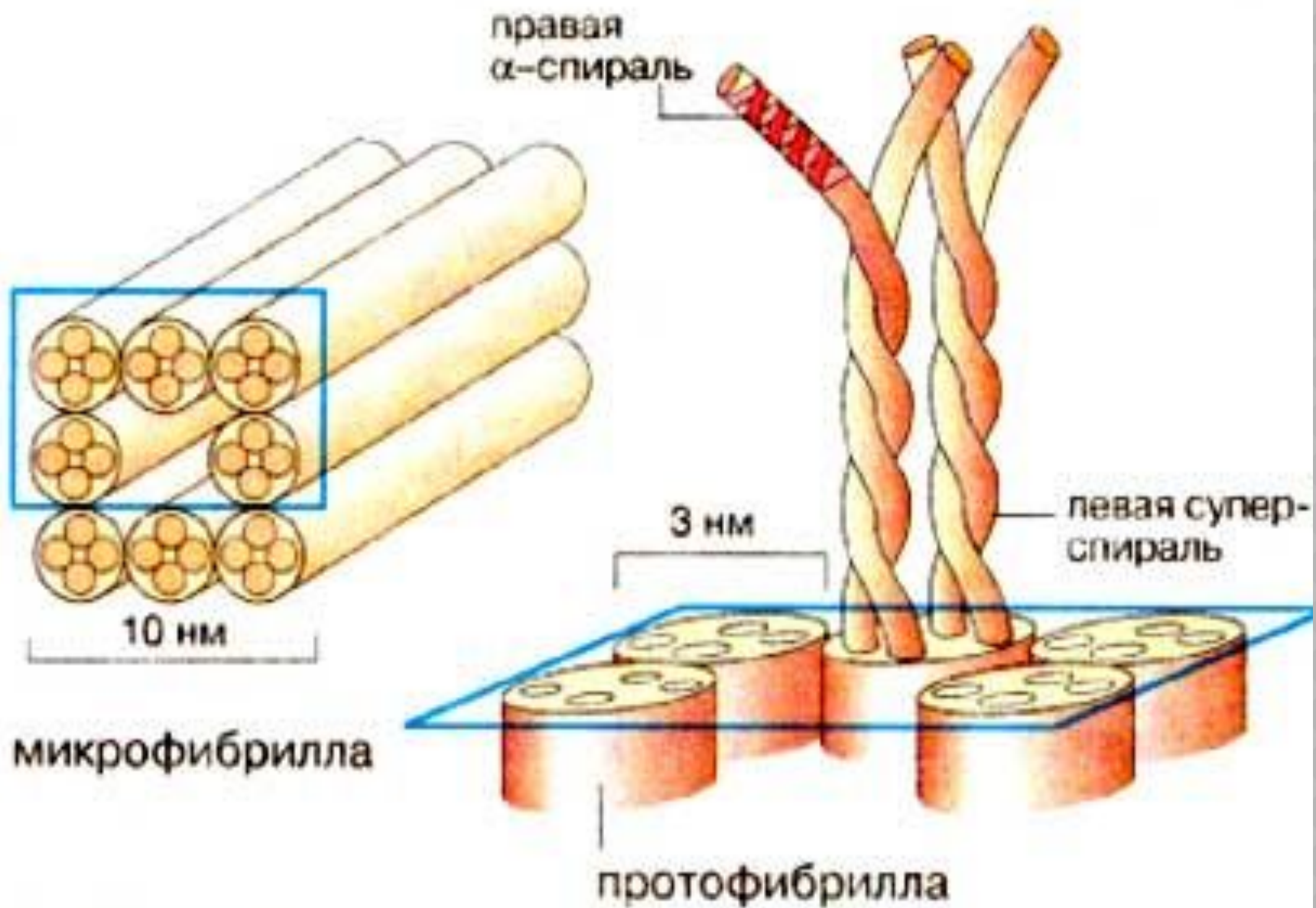
КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

◎ II. По форме белковой молекулы белки разделяют на:

- **глобулярные**
(корпускулярные);
- **фибриллярные**
(волокнистые);

ФИБРИЛЛЯРНЫЕ БЕЛКИ

- Молекулы фибриллярных белков нитевидные по форме и собраны в пучки, образующие волокна;
- Они выполняют защитную функцию образуя наружный слой нашей кожи;
- Участвуют в образовании соединительной ткани, включая хрящевую и сухожилия мышц.



A. α -Кератин

ГЛОБУЛЯРНЫЕ БЕЛКИ

- Их подавляющее большинство среди белков;
- Они имеют более сложную пространственную структуру;
- Выполняют более разнообразные функции:
 - - катализируют химические реакции в клетке;
 - - обеспечивают растворимость белка в воде и др.

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- III. По растворимости в воде и растворах солей выделяют:

- ? - альбумины;

- ? - глобулины.

Альбумины – очень хорошо растворяются в воде и в концентрированных солевых растворах;

Молекула альбуминов состоит из одной полипептидной цепи и насчитывает до 600 аминокислотных остатков;

Это альбумин белка куриного яйца, альбумин сыворотки крови, альбумин мышечной ткани.

Выполняют транспортные и питательные функции.

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- Глобулины – не растворяются в воде и в умеренно концентрированных растворах солей (или выпадают в осадок при их высокой концентрации).
- Но в очень слабых растворах солей растворимы.
- *Это фибриноген, глобулин сыворотки крови, глобулин мышечной ткани, глобулин белка куриного яйца.*
- *Выполняют транспортную и защитную функцию.*

ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- ⦿ 1. **Каталитическая:** белки-ферменты ускоряют химические реакции;
- ⦿ *Ежесекундно в клетках протекает множество химических реакций, причём почти все они катализируются при помощи ферментов. В настоящее время выделено и идентифицировано более 2 тысяч ферментов, катализирующих протекание разнообразных реакций в клетках и тканях.*
- ⦿ 2. **Строительная:** белки участвуют в образовании всех клеточных мембран и органоидов клеток;
- ⦿ *К структурным белкам относятся белки межклеточного вещества: коллаген и ретикулин. Одним из основных компонентов связок является эластин, а кожи – коллаген. Волосы и ногти в основном состоят из очень прочного белка – кератина.*

ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- ◎ **3. Двигательная:** обеспечивают сокращение гладких и поперечно-полосатых мышц (за счет сократительных белков актина и миозина);
- ◎ **4. Транспортная:** переносят различные соединения (кислород – гемоглобином; гормоны и лекарства – белками плазмы крови);
- ◎ **5. Регуляторная:** участвуют в регуляции обмена веществ (инсулин, гормон роста и др.);

ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- ◎ **6. Рецепторная.** Рецепторные белки играют важную роль при передаче нервного или гормонального сигнала в клетку. *Рецепторы локализованы в мембранах, и механизм передачи информации связан в основном с изменением конформации белка, поглощением или выделением энергии и т. д.*
- ◎ **7. Защитная:** антитела (γ-глобулины) распознают и уничтожают чужеродные вещества: вирусы, бактерии, белки и пр.

ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- **8. Питательная.** Ряд белков используется клетками в качестве резервного, питательного материала.
 - *К ним относятся, в частности, проламины и глютелины – белки растений, преимущественно зерновых. Из животных белков можно отметить овальбумин – питательный белок птичьих яиц.*
- **9. Энергетическая:** при распаде 1гр белка выделяется 17,6 кДж энергии.